

Мартиняк Б.М. – гр. КТм-51

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

Дослідження автоматизованої системи контролю якості виготовлення світло  
ДВО16У Юпітер-LED2 на базі ТОВ «ОСП Корпорація Ватра»

Науковий керівник к.т.н., доцент Чихіра І.В.

## АВТОРЕФЕРАТ

Магістерської роботи

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Світлодіод (англ. LED - light-emitting diode) — напівпровідниковий пристрій, що випромінює некогерентне світло, при пропусканні через нього електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція). Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить у вузькій ділянці спектру, а його колір залежить від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника. Сучасні світлодіоди можуть випромінювати світло від інфрачервоної ділянки спектру до близької до ультрафіолету. Існують методи розширення смуги випромінювання і створення білих світлодіодів.

На відміну від ламп розжарювання, які випромінюють світловий потік широкого спектру, рівномірно у всіх напрямках, звичайні світлодіоди випромінюють світло певної довжини хвилі і в певному напрямі. Світлодіоди були удосконалені до лазерних діодів, — які працюють на тому ж принципі, але можуть напрямлено випромінювати когерентне світло.

Еволюція світлодіодів у 1960–1970-х роках, поступово привела до створення світлодіодів, що мають колір від червоного до зеленого, — постійно відштовхуючи межу у сторону коротких хвиль. Іншим напрямком роботи, було

підвищення ефективності світло діодів. Найпопулярнішими матеріалами були GaP (червоний — зелений) та GaAsP (жовтий — вискоефективний червоний). При цьому з'явилося багато нових застосувань світло діодів (у калькуляторах, цифрових годинниках, тестових приладах).

Хоча надійність світлодіодів завжди перевищувала надійність ламп розжарювання, неонових ламп тощо, відсоток вибраковки ранніх пристроїв був набагато вищим. В тому було винне ручне збирання того часу. Індивідуальні оператори виконували вручну такі завдання, як розподіл епоксидної смоли, розміщення її крапельки в потрібну позицію, змішування епоксидної смоли. Це призводило до дефектів, таких, наприклад, як «витік епоксидної смоли», яка викликала підтікання, та інколи навіть скорочення р-п переходу. Окрім цього, високі числа дефектів в кристалі, підкладці і епітаксійному шарі, призводили до зменшеної ефективності і коротшої тривалості життя пристрою[2].

При протіканні через діод прямого струму відбувається інжекція електронів. Процес самовільної рекомбінації інжектованих електронів, що відбувається, як в базовій області, так і в самому р-п переході, супроводжується їх переходом з високого енергетичного рівня на більш низький. Електрон після рекомбінації знаходиться у дуже нестабільному стані, оскільки він має зайву енергію ( $E_{вх}$ ). В такому стані електрон довго перебувати не може. Він перейде на стаціонарну орбіту з нижчим енергетичним рівнем ( $E_{ст.}$ ) і світло діод квант світла. Тому  $E_{кв.св.} = E_{надл.}$ ,  $E_{надл.} = E_{вх} - E_{ст.}$  Щоб кванти енергії – фотони, які вивільнились при рекомбінації відповідали квантам видимого світла збільшують кількість р-п переходів.

Діоди зроблені з світло діодів напівпровідників (наприклад, кремнієвий Si або германієвий Ge діоди, а також сплави SiGe, SiC), світло практично не випромінюють. Втім, у зв'язку з розвиненістю кремнієвої технології, роботи зі створення світло діодів на основі кремнію активно ведуться. Останнім часом, великі надії пов'язують з технологією квантових точок і фотонних кристалів.[3]

Ефективність світло діодів найбільше проявляється там, де потрібно генерувати потужні кольорові світлові потоки (світлові сигнали). Світло від

лампи розжарювання доводиться пропускати через спеціальні оптичні фільтри, що виділяють певну частину спектру (червону, синю, зелену). 90% енергії світлового потоку, від лампи розжарювання, втрачається, при проходженні світла через світлофільтр. Усі ж 100% випромінювання світлодіода є забарвленим світлом і в застосуванні світлофільтра немає потреби. Більше того, близько 80-90% споживаної потужності лампи розжарювання, витрачається на її нагрів, — для досягнення потрібної колірної температури (шкала Кельвіна), на яку вони спроектовані.

Світлодіодні лампи споживають від 3% до 60% потужності, необхідної для звичайних ламп розжарювання, аналогічної яскравості. Удароміцна конструкція світлодіодних випромінювачів (світлодіодів), дозволяє використовувати світлодіодні лампи при підвищених вібраціях. Світлодіоди не бояться частих вмикань і вимикань. Термін служби світлодіодної лампи — більше 100 000 годин (більше 11 років).

Використовуючи світлодіоди можна одержати світло з високою насиченістю кольору. Світлодіоди застосовують у індикаційній техніці, при побудові світлодіодних джерел світла (інформаційні табло, світлофори, ліхтарики, гірлянди тощо).

Отже мету роботи, якою є спрощення та пришвидшення процесу контролю якості білих світлодіодів, вважаю актуальною та важливою. Завданням є, за допомогою мови програмування PHP (*Hypertext Preprocessor*), розробити автоматизовану систему аналізу працездатності світлодіода та якості його виготовлення на основі фотографії останнього. Такий метод дозволяє, з достатньою точністю, визначати світлові параметри діода та виводити усе в доступному цифровому виді на екран персонального комп'ютера чи у файл.

**Мета і задачі дослідження.** Співставлення, оптимізація та створення готового рішення для контролю якості виготовлення світлодіодів, яке буде ефективно, швидко та точно визначати брак виробництва та не допускати потрапляння неякісної продукції до споживача.

**Наукова новизна і значення одержаних результатів.** Враховуючи специфіку виробництва – раніше такі системи не створювались у зв'язку із економічною доцільністю такого процесу. Проте завдяки підбору недорогого та надійного обладнання, оптимізації та спрощенні процесів – розроблений комплекс є економічно вигідним та піднімає на достатньо високий рівень контроль якості даного процесу.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ**

**У вступі** шляхом аналізу та порівняння відомих систем контролю якості із розробленим комплексом, відзначено актуальність роботи, сформульовано мета і задачі дослідження.

**Перший розділ.** Аналітична частина роботи, що тут описується, вміщує аналіз стану питання, підтверджує його актуальність, оглядаються наявні методи вирішення питання, підведені висновки та поставлена задача на дослідження.

**Другий розділ.** Тут описуються предмет дослідження, наявні сучасні методи контролю якості, методи виготовлення світло діодів, вимоги до готової продукції. Наводяться статистичні та фактичні результати досліджень, що були проведені для вирішення поставленого питання.

**Третій розділ.** В даному розділі розглядаються характеристики світло діодів, аналіз умов роботи, властивостей, аналіз особливостей.

**Четвертий розділ.** В конструкторській частині аналізуються контрольовані параметри, підбирається серійне обладнання для контролю якості, обґрунтування необхідності використання та опис несерійного обладнання. Наводиться опис та розрахунок схем нестандартного обладнання. Розробка схеми керування автоматизованою системою.

**П'ятий розділ.** Цей розділ представляє розроблені програми, для обробки результатів отриманих в процесі роботи обладнання, статистичні комплекси для виведення необхідних даних в зрозумілому виді. Представлений виконавчий код

програми керування автоматизованим комплексом, наведена інструкція із пуску комплексу в роботу.

**Шостий розділ.** Цей розділ містить в собі обґрунтування економічної ефективності від введення в роботу наведеного автоматизованого комплексу контролю якості. Техніко-економічні показники проекту загалом та їх аналіз.

**Сьомий та восьмий розділи** описують засоби охорони праці для забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу та заходи із охорони навколишнього середовища.

**Висновок.** В даному дипломному проекті мною було розроблене програмне забезпечення для автоматизованої системи контролю якості виготовлення світлодіодів різних типів та конструкцій. За допомогою фотокамер видимого та інфрачервоного діапазону та програмного забезпечення стало можна в автоматичному режимі отримувати статистичні та фактичні дані по виходу світлодіодних ламп з виробничої лінії контролюючи основні параметри.

Така система є дещо спрощеною відносно попередників, які не обмежувались оптичними сканерами і контролювали більше параметрів. Але такі системи були набагато дорожчими а їхнє програмне забезпечення потребувало або потужного обчислювального обладнання, або значних завтра людино-годин.

Також в даному курсовому проекті були розглянуті основні види світлодіодів, відмінності у їхньому виробництві та конструкційні особливості, які важливі при контролю якості їхнього виготовлення. Також були проаналізовані особливості їхнього функціонування та фактори, які критично впливають на якість виготовлення та тривалість функціонування.

Розроблена методика фотографічного аналізу параметрів діодів, таких як яскравість, колір та температура.

Також проведено розрахунок економічних показників і розраховано економічний ефект від введення на лінію контролю якості такого обладнання замість попередніх варіантів.

Все програмне забезпечення розроблялось одразу із врахуванням можливостей програмного середовища і з метою покращення оптимізації, скорочення витрат на обладнання та скорочення часу виконання контролюючих та вимірних операцій.

Для якісного збору даних технологічних параметрів були розроблені вимоги до фотографічного, оптичного обладнання та вимоги до розміщення світлодіодів.

Вся ця система дозволяє проводити достатньо точний контроль якості виготовлення світлодіодів різноманітних типів та конструкцій на підприємстві без значних затрат на обладнання, його амортизацію, на електроенергію та були значно скорочені людські трудовитрати.

Слід зазначити, що все обладнання дає максимально точні параметри а програмне забезпечення із великим запасом точності опрацьовує усе в діапазоні набагато ширшому, ніж це в принципі можливо. Завдяки такій точності, вартості та ефективності всі розглянуті попередні засоби слід вважати застарілими. А використання людських ресурсів вважати відчутно оптимізованим.